



# Offenlegungsschrift

DE 43 01 538 A 1

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 B 11/24  
G 01 B 11/03  
A 61 C 19/04  
A 61 C 13/34

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(21) Aktenzeichen: P 43 01 538,7

(22) Anmeldetag: 21. 1. 93

(43) Offenlegungstag: 28. 7. 94

DE 43 01 538 A 1

(71) Anmelder:

Brückner, Peter, Dr.-Ing., O-6013 Suhl, DE; Triebel, Matthias, Dipl.-Ing., O-6000 Suhl, DE

(72) Erfinder:

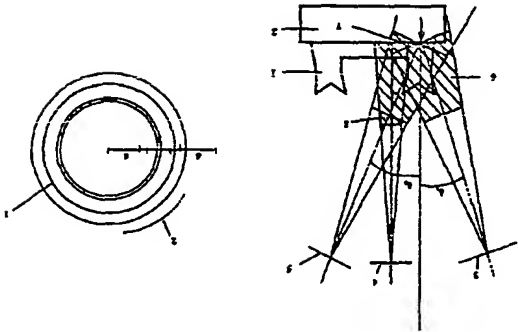
gleich Anmelder

(81) Zusatz zu: P 42 08 455,5

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Anordnung zur berührungslosen dreidimensionalen Messung, insbesondere zur Messung von Gebismodellen

(57) Die Erfindung, das Verfahren und die Anordnung zur berührungslosen dreidimensionalen Messung dient der Bestimmung der Geometrie von Rundteilen, insbesondere von Gebismodellen. Die Lösung baut auf dem Lichtschnittverfahren auf. Dabei werden zwei Dimensionen optisch elektronisch aufgenommen und die dritte durch Relativbewegung des Meßgutes realisiert. Hinterschneldungen bzw. verdeckte Kanten kompliziert geformter Körper werden erfundungsge- mäß durch mehrere Meßflächen, die durch eine korrespondierende Anzahl von Meßköpfen bzw. durch eine korrespondierende Anzahl von Meßkopfspositionen realisiert werden, vollständig erfaßt. Die Anzahl und Lage der notwendigen Meßflächen werden anhand von Informationen über das Meßgut festgelegt. Sie sind während der Messung durch Auswertung geeigneter Kriterien automatisch korrigierbar. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Lage der Meßflächen werden alle Meßwerte zu einem einheitlichen Datensatz zusammengefaßt. Zur Anordnung gehören Versteilheiten, um eine Positionierbarkeit des Meßgutes zu gewährleisten. Die beschriebene Anordnung ist besonders zur Vermessung von Gebismodellen geeignet. Die Erfindung wird am besten durch Fig. 5 verdeutlicht.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 00. 94 408 030/59

11/37

DE 43 01 538 A 1

**Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach Hauptpa-  
tent P 42 08 455/5 und eine Anordnung zur Durchfüh-  
rung des Verfahrens zur berührungsgelosen dreidimensio-  
nalen Messung, insbesondere von Gebilmodellen.

Es ist bekannt, daß zur dreidimensionalen berüh-  
rungslosen Messung ein Lichtstrahl unter einem  
Winkel durch eine CCD-Matrixkamera beobachtet  
wird. Durch Auswertung des seitlichen Versatzes wird  
eine Meßinformation erhalten. Dabei entsteht durch die  
Streulichtquelle und die Beobachtungskamera eine  
Meßfläche, welche in Richtung der optischen Achse der  
Lichtquelle und in einer dazu senkrechten Richtung auf-  
gespannt wird. Die dritte Dimension entsteht durch eine  
liniare oder rotationische Relativbewegung, die vor-  
zugweise senkrecht zur vorangeannten Meßfläche er-  
folgt. Dadurch entsteht ein dreidimensionales Meßvolu-  
men. Ein solches Lichtschnittverfahren wird z. B. in der  
Patentschrift US-PS 4 961 155 beschrieben. Nachteile  
ist, daß bei diesem Verfahren das Meßgut nur durch eine  
Meßfläche erfaßt wird. Varianten wie die Verwendung  
eines zweiten Linienprojektor zur Erzielung einer ge-  
kreuzten Meßfläche, wie in US-PS 4 961 155, erweitert  
die Einsatzmöglichkeiten. Da hier nur eine Kamera Ver-  
wendung findet ist es z. B. nicht möglich die Scheimpf-  
lugbedingung einzuhalten. Der gleiche Mangel hatet  
die Lösung nach DE 40 27 328 A. Hier wird ein zwei-  
ter Linienprojektor zur Erzielung unterschiedlich ge-  
nauigter Meßflächen beschreiben. Damit ist es bereits  
möglich, kompliziertere Strukturen zu erfassen. Durch  
die unterschiedliche Neigung der Meßflächen bei einem  
gemeinsamen Sensor ist es jedoch nicht möglich die  
Scheimpfugbedingung zu erfüllen. Eine Beschränkung  
der Genauigkeit ist die Folge. Durch die feste Lage von  
einer, ggf. von zwei Meßflächen sind den beschriebenen  
Verfahren bezüglich Genauigkeit, Meßbereich und Er-  
fäßbarkeit von komplizierten Oberflächenformen enge  
Grenzen gesetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine  
dazugehörige Anordnung zur berührungsgelosen drei-  
dimensionalen Messung anzugeben, welche eine vollstän-  
dige Erfassung komplizierter Objekte, insbesondere mit  
Hinterscheidungen bzw. mit verdeckten Kanten, er-  
möglich.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden mehrere Meß-  
köpfe, jeweils bestehend aus einer festen Anordnung  
von Linienlichtquelle mit Projektionsoptik und dazuge-  
höriger CCD-Matrixkamera mit Abbildungsoptik, in be-  
stimmten Grenzen frei positionierbar im Raum ange-  
ordnet. Dies wird durch die Möglichkeit einer transla-  
tischen und rotationischen Verschiebung des Meßkopfes  
und einer translationischen und rotationischen Bewegung  
der Meßköpfe realisiert. Bei einer berührungsgelosen  
dreidimensionalen Aufnahme wird das Meßgut auf der  
translationischen und rotationischen Ebene betrachtet. Die  
Meßköpfe befinden sich senkrecht bzw. um einen be-  
stimmten Winkel geneigt über dem Meßgut. Durch die  
Linienlichtquelle, bestehend aus Diodenlasern, Kollima-  
toroptik und Zylinderlinsenanordnung werden auf dem  
Meßgut Lichtstrahlen erzeugt, welche durch die jeweili-  
ge CCD-Matrixkamera erfaßt werden. Die Erfassung  
der ersten Ortsinformation z erfolgt nach dem optischen  
Triangulationsprinzip. Eine zweite Ortsinformation x  
oder y wird durch die CCD-Matrix senkrecht zur ersten  
erfaßt. Die dritte benötigte Ortsinformation y oder φ  
wird durch Auswertung der translationischen oder rota-



ren Bewegungen mehr erforderlich sind. In Fig. 4 wird die Anordnung der Elemente eines Meßkopfes verdeutlicht. Eine Laserquelle 9 erzeugt sichtbares oder infrarotes Licht. Durch eine Kollimator- 10 und Zylinderlinse 11 wird ein Lichtstrahl erzeugt und auf das Objekt projiziert. Dieser wird unter einem Triangulationswinkel  $\alpha$  mit einem Objektiv 15 auf die Matrix 13 einer CCD-Matrixkamera 12 abgebildet. Um eine scharfe Abbildung zu erreichen ist die Matrix 13 gegenüber der optischen Achse des Abbildungsstrahles um den Winkel  $\alpha$  gemäß dem Scheimpflug- 10 schen Bedingungen geneigt. Bei entsprechender Auslegung der einzelnen Komponenten ist ein rechter Winkel zwischen der durch den Laser aufgespannten Objekt- 15 ebene und der Bildebene zu erreichen. Die Projektion der CCD-Matrix in die Objektebene ergibt die Meßfläche 6 bzw. 7 oder 8. Sie ist bei rechteckiger Matrix trapezförmig und in Anstreichung z. z. nichtlinear gestellt. In Fig. 5, korrespondierend zu Fig. 3, werden durch drei Meßköpfe 3, 4 und 5 drei Meßflächen 6, 7 und 8 aufgespannt. Das Meßnetz 1, ein Gebälkmodell, befindet sich auf dem Rundstift 2. Durch Schmittanstellung und Draufsicht wird verdeutlicht, daß mit einer einzigen historischen Bewegung alle Details des Meßgutes erfaß- 25 bar sind.

9. Anordnung gemäß Anspruch 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Meßköpfe aus einer Laserlichtquelle (9) mit Kollimatoroptik (10) und Linsenoptik (11), einer CCD-Matrixkamera (12) mit einer CCD-Matrix (13), einer Grundplatte (14) und einem Objektiv (15) bestehen, daß die Laserlichtquelle (9), Objektiv (15) senkrecht zur Grundplatte angeordnet ist, daß das Objektiv (15) ebenfalls an dieser Grundplatte befestigt ist, daß die optische Achse des Objektivs (15) um den gewählten Triangulationswinkel  $\alpha$  gegenüber der Laserstrahlrichtung geneigt ist und daß die CCD-Matrix entsprechend der Scheimpfluganordnung ebenfalls gegenüber der optischen Achse um den Scheimpflugwinkel  $\alpha'$  geneigt ist und vorzugsweise parallel zur Grundplatte angeordnet ist.

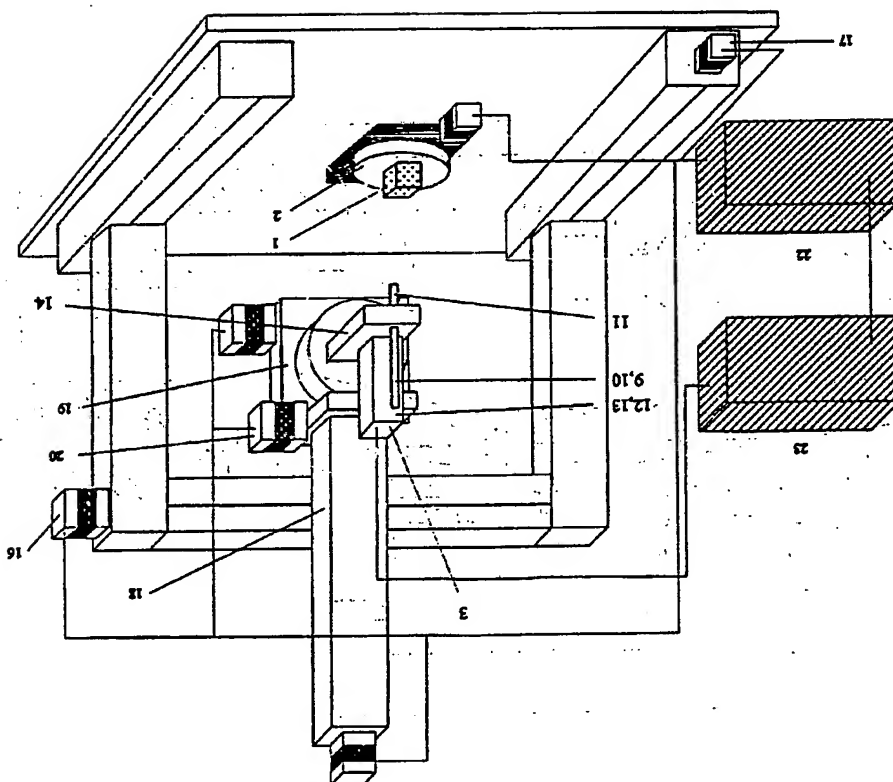
10. Anordnung gemäß Anspruch 2 oder 3, gekennzeichnet dadurch, daß Justiereinrichtungen vorhanden sind, horizontale lineare Verschiebeeinrichtungen (16, 17), vertikale lineare Verschiebeeinrichtungen (18) und Dreh- bzw. Kippeneinrichtungen (19, 20, 21).

# Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65



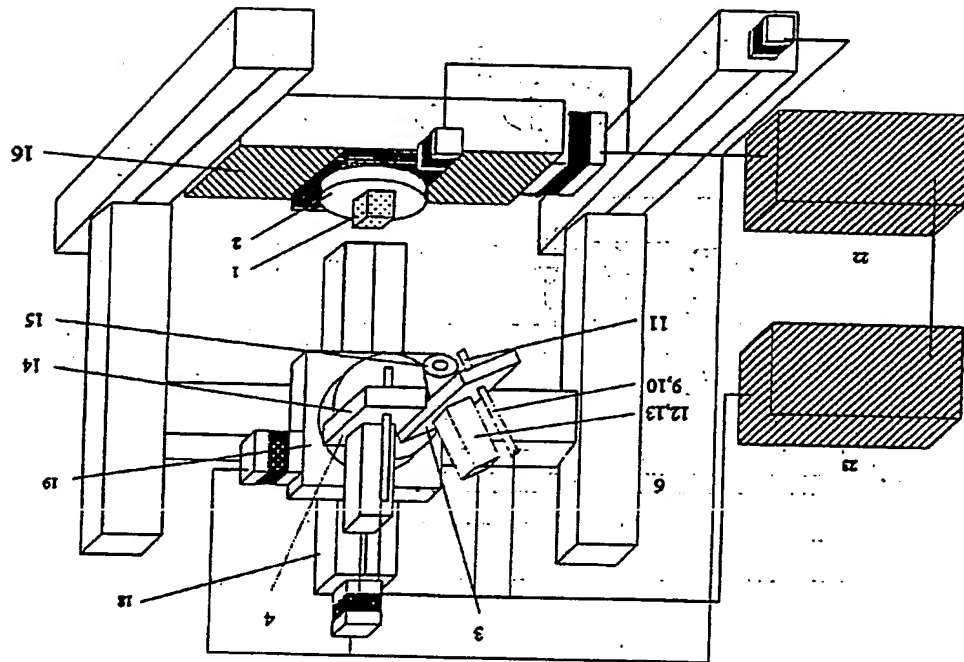
Fig. 1



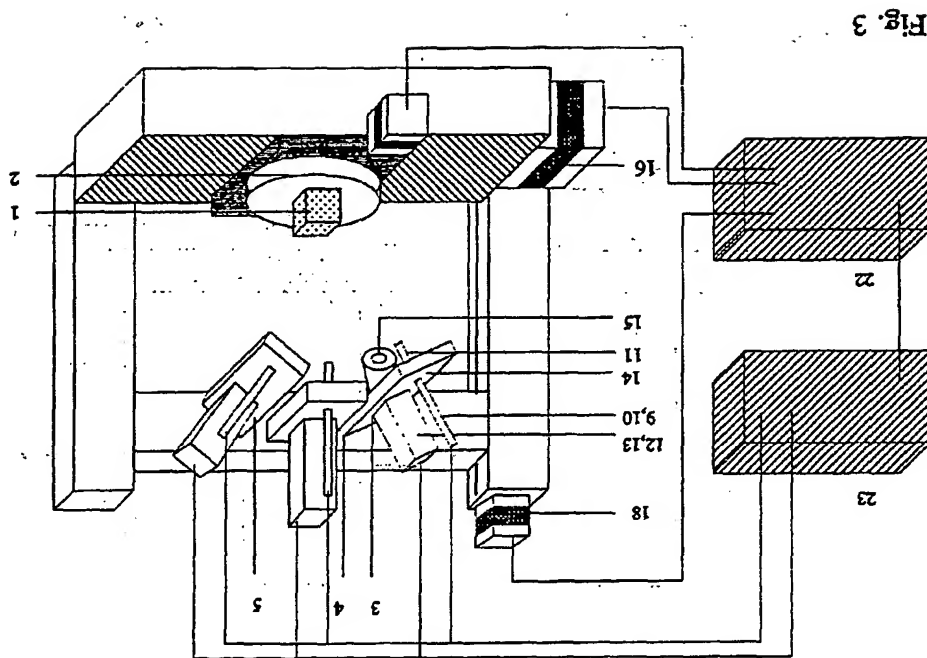
ZEICHNUNGEN SEITE 1

Numer: Int. Cl.<sup>5</sup>:  
 Offenlegungstag: 28. Juli 1994  
 DE 43 01 538 A1  
 G 01 B 11/24

Nummer:  
Int. Cl. 5:  
Offenlegungstag:  
DE 43 01 538 A1  
G 01 B 11/24  
28. Juli 1994



Nummer:  
 Int. Cl. 5:  
 Offenlegungstag:  
 DE 43 01 538 A1  
 G 01 B 11/24  
 28. Juli 1994



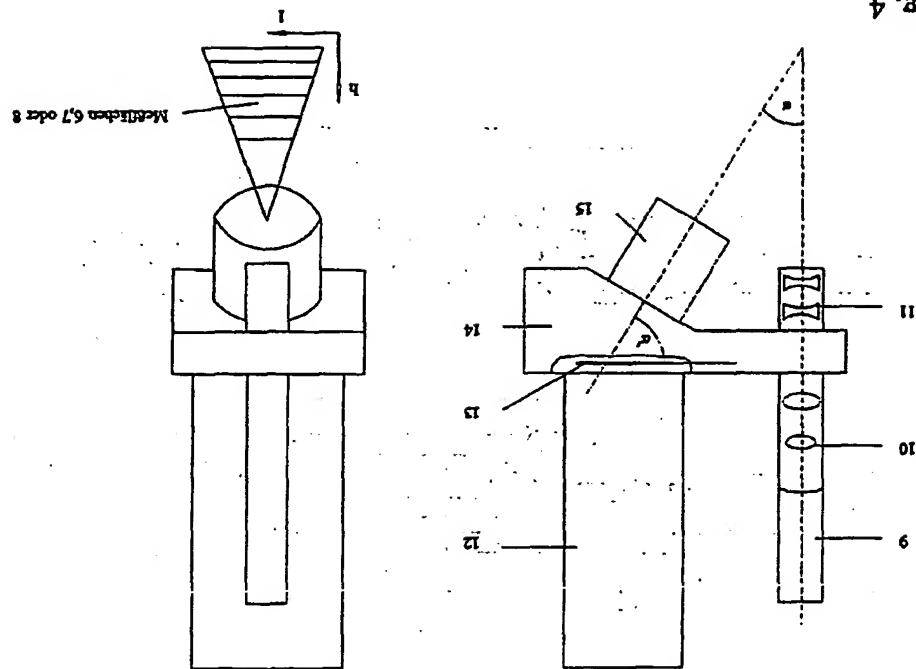


Nummer: DE 43 01 538 A1  
 Int. Cl. 5: G 01 B 11/24  
 Offenlegungstag: 28. Juli 1994

Printed from MIMOSA

408 030/59

Fig. 4



Nummer:  
Int. Cl. 5:  
Offenlegungstag:  
DE 43 01 538 A1  
G 01 B 11/24  
28. Juli 1994

